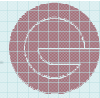


# UM POUCO DA HISTÓRIA DA ANÁLISE EXPERIMENTAL DE TENSÕES EM PORTUGAL

---

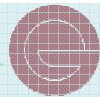
---

*J.F. Silva Gomes*  
(FEUP/INEGI)



## SUMÁRIO DA APRESENTAÇÃO

- **INTRODUÇÃO**
- **PIONEIRISMO NO LNEC E NA FEUP**
- **COLABORAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA**
- **COLABORAÇÃO INTERNACIONAL**
- **LIGAÇÕES À BIOMECÂNICA E À MEDICINA**
- **CRIAÇÃO DA APAET EM 1986**
- **A REVISTA PRÉMIO ENG<sup>a</sup> CRUZ AZEVEDO**
- **OS CONGRESSOS DA APAET E LIGAÇÕES INTERNACIONAIS**
- **CONCLUSÃO**



## INTRODUÇÃO (1)

### ANÁLISE DE TENSÕES:

- MECÂNICA COMPUTACIONAL
- MECÂNICA EXPERIMENTAL
- MÉTODOS HÍBRIDOS

Controlo do Problema



## INTRODUÇÃO (2)

### A MECÂNICA COMPUTACIONAL:

- **Teoria da Elasticidade**

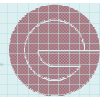
G. Galilei, E. Mariotte, R. Hooke, J. Bernoulli, L. Euler, A. Cauchy, C. Navier, S. Poisson, ...

- **Teoria da Plasticidade**

Saint-Venant, Lévy, Von Karman, Von Mises, Henky, Prandtl, ...

- **Computação e Métodos Numéricos**

Diferenças Finitas, Elementos Finitos, Elementos Fronteira, ...



## INTRODUÇÃO (3)

### A MECÂNICA EXPERIMENTAL:

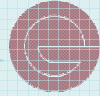
**It is necessary to measure everything  
that can be measured,  
and to try making measurable  
what isn't as yet.**

GALILEU GALILEI  
1564 -1642



## INTRODUÇÃO (4)





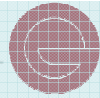
## INTRODUÇÃO (5)

### O QUE VALEM OS MODELOS?

#### THE FIVE DON'TS:

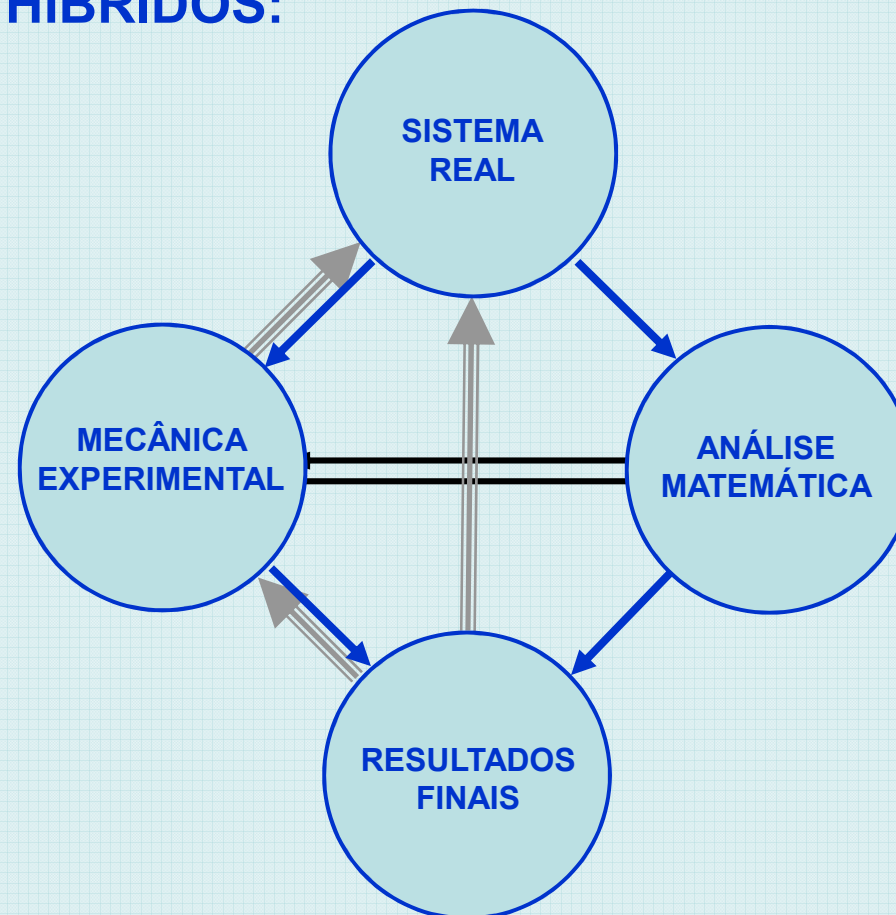
1. Don't believe the model to be the reality!
2. Don't extrapolate beyond the region of fit!
3. Don't distort reality to fit the model
4. Don't retain a discredited model!
5. Don't fall in love with your model!

S.W. Golomb Simulation 14 (1970)



## INTRODUÇÃO (6)

### MÉTODOS HÍBRIDOS:





# INTRODUÇÃO (7)

Aproximação ao Problema ↑



## EQUIPAMENTO REAL

- Eficiência
- Segurança
- Longevidade

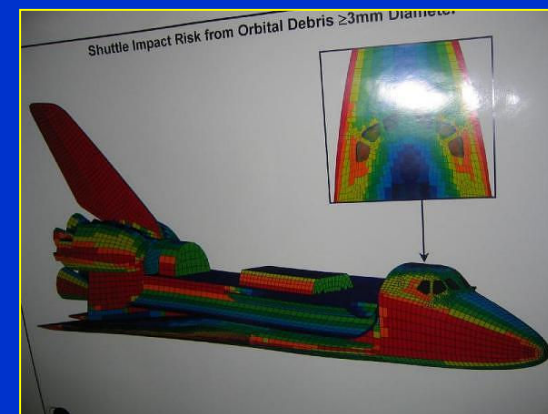


## MECÂNICA EXPERIMENTAL:

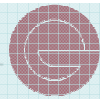
- Extensometria
- Fotoelasticidade
- Interferometria

## MECÂNICA COMPUTACIONAL:

- Elementos Finitos
- Diferenças Finitas
- Elementos Fronteira

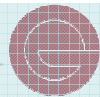


Controlo do Problema →



## ANÁLISE EXPERIMENTAL DE TENSÕES NO LNEC E NA FEUP (1946-1990)

- ENSAIO DE MATERIAIS
- EXTENSÓMETROS ELÉCTRICOS
- EXTENSÓMETROS DE CORDAS VIBRANTES
- FOTOELASTICIDADE
- INSTRUMENTAÇÃO



## A REFORMA DO ENSINO SUPERIOR

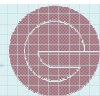
- DOUTORAMENTOS NO ESTRANGEIRO
- CRIAÇÃO DE NOVAS UNIVERSIDADES
- CRIAÇÃO DE NOVOS LABORATÓRIOS
- CURSOS DE MESTRADO
- DOUTORAMENTOS EM PORTUGAL
- INTERNACIONALIZAÇÃO



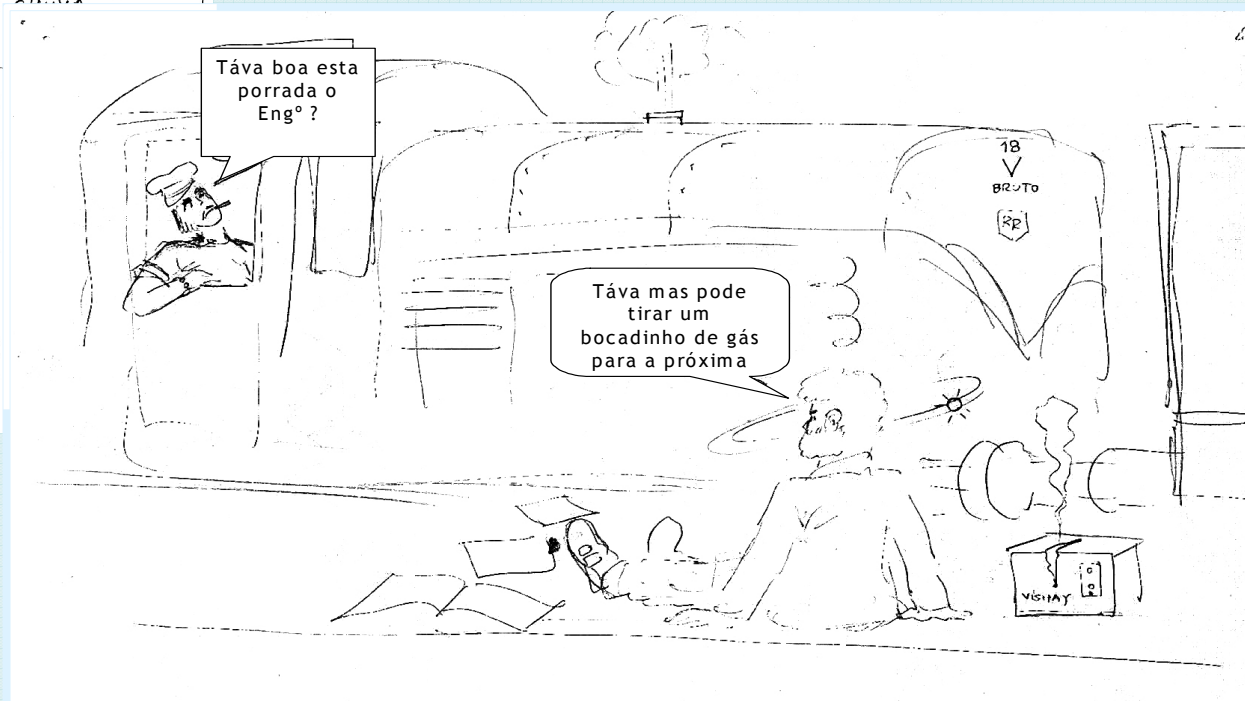
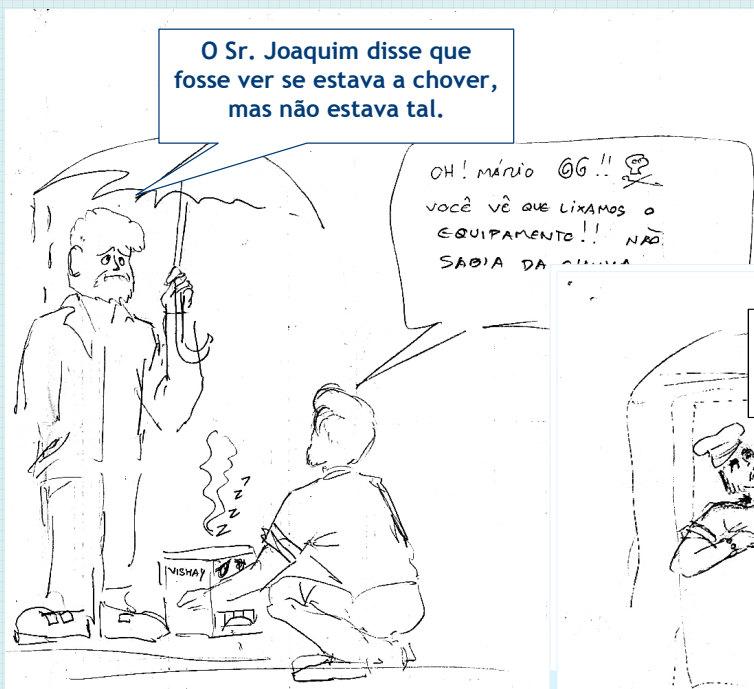
# A COLABORAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA (1)

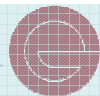
## EXTENSOMETRIA ELÉCTRICA:





# A COLABORAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA (2)

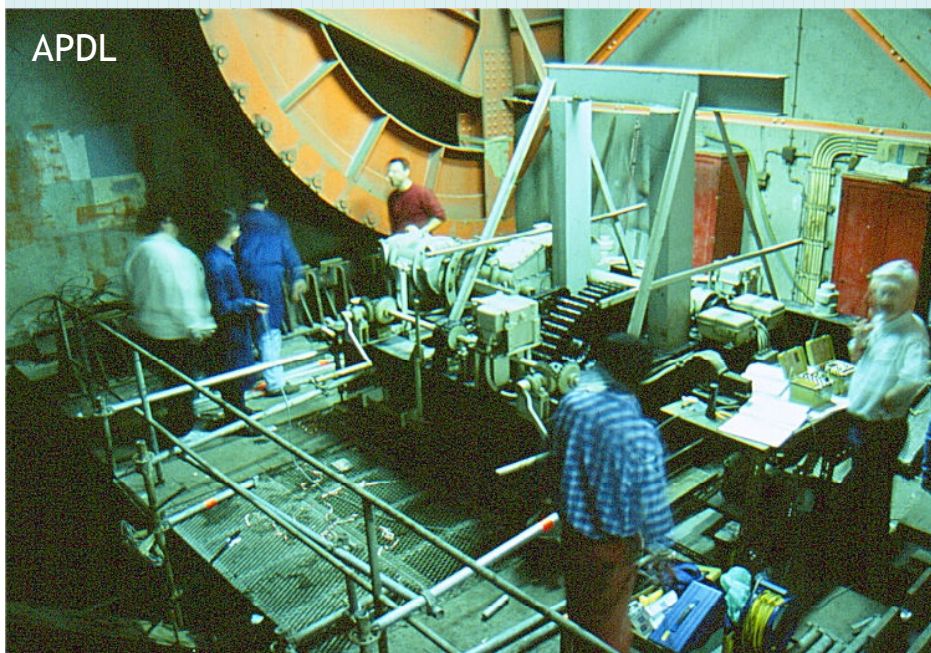




# A COLABORAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA (3)

EFACEC

## EXTENSOMETRIA ELÉCTRICA:





# A COLABORAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA (7)

## INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

Refinarias da GALP:

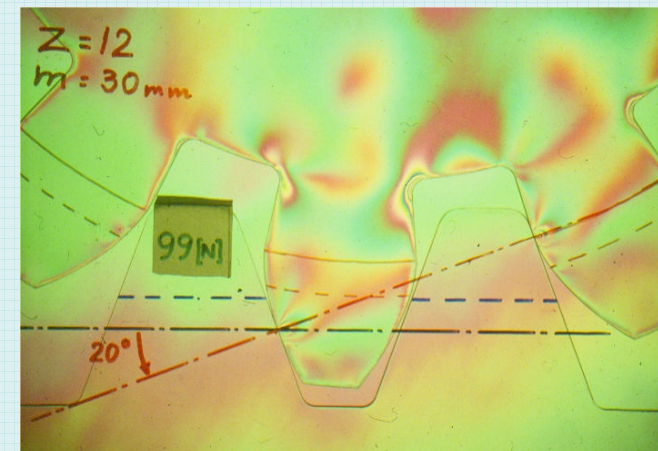
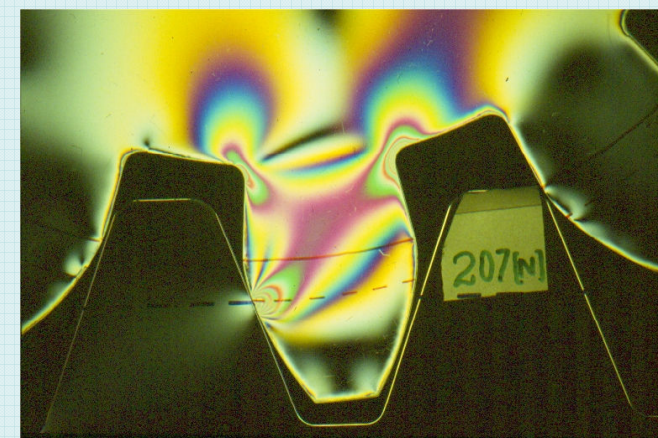
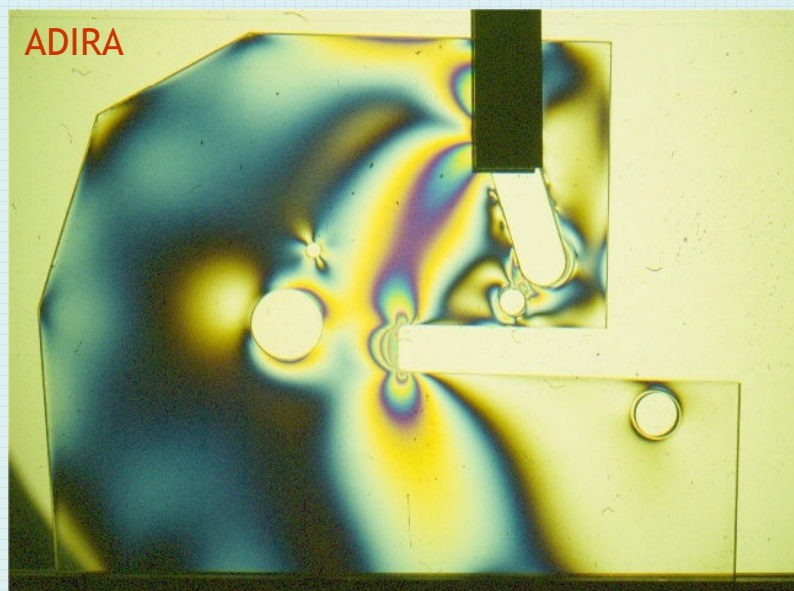
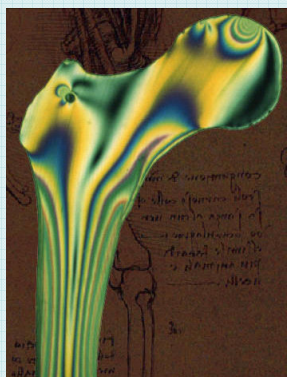
- Leça da Palmeira
- Cabo Ruivo
- Sines





## A COLABORAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA (4)

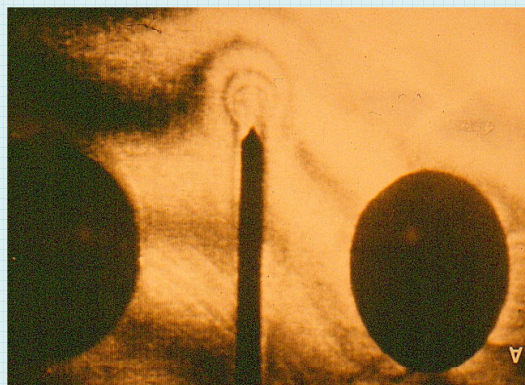
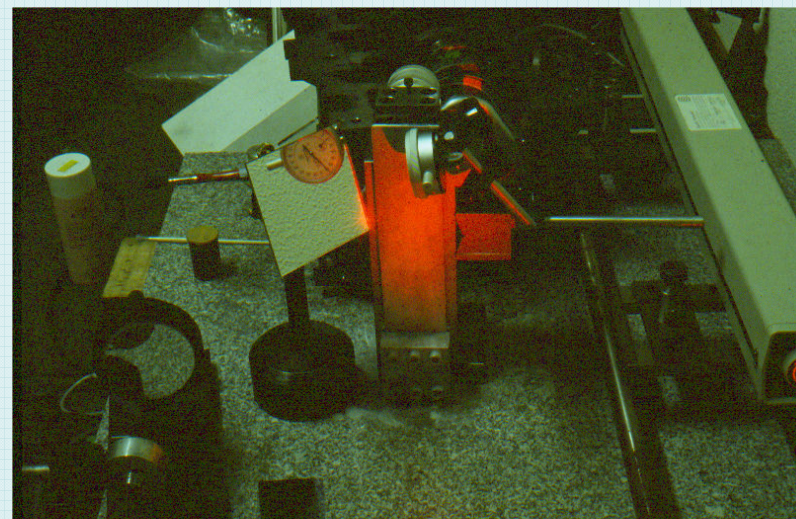
### FOTOELASTICIDADE:





## A COLABORAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA (5)

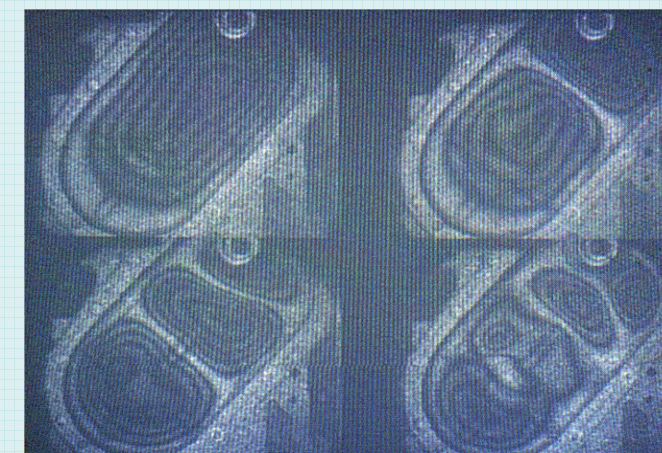
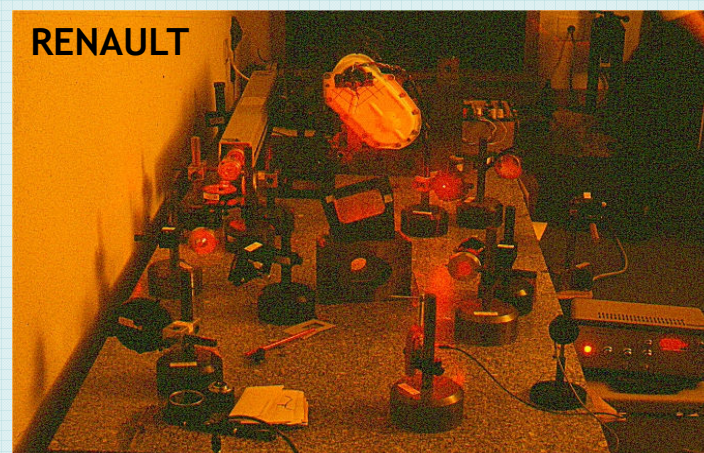
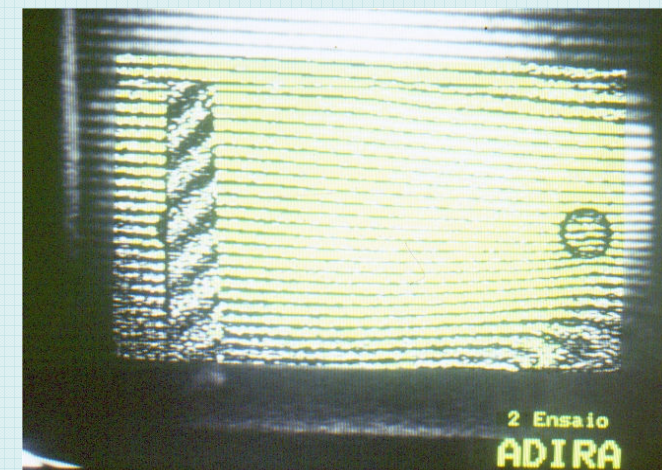
### HOLOGRAFIA: Aplicações Laboratoriais





## A COLABORAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA (6)

### HOLOGRAFIA: Aplicações Industriais

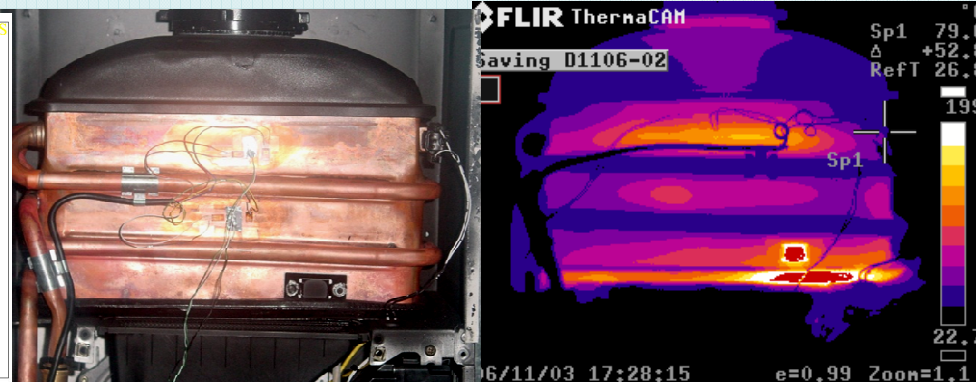
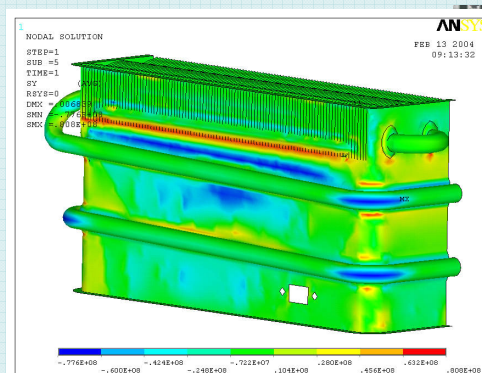




## A COLABORAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA (6)

### PROJECTO VULCANO:

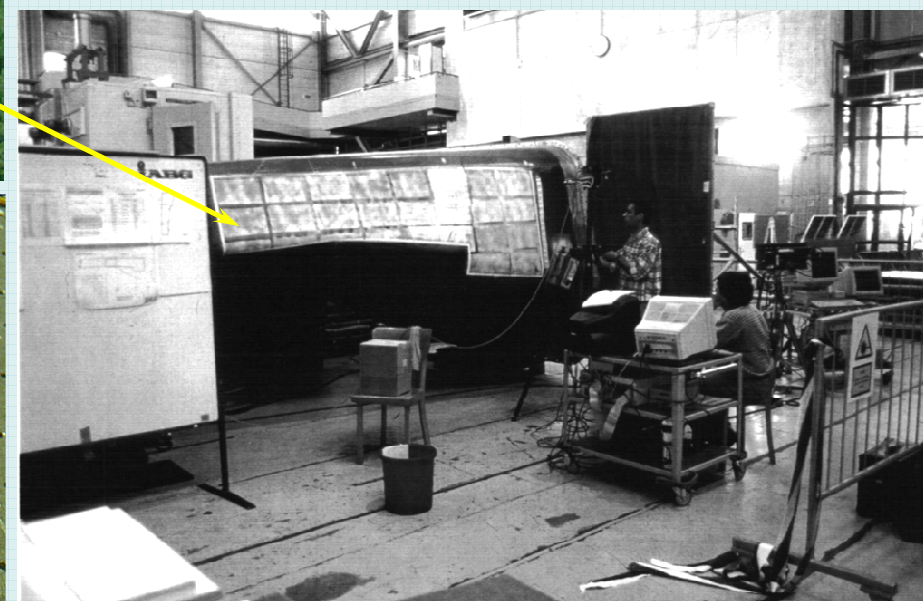
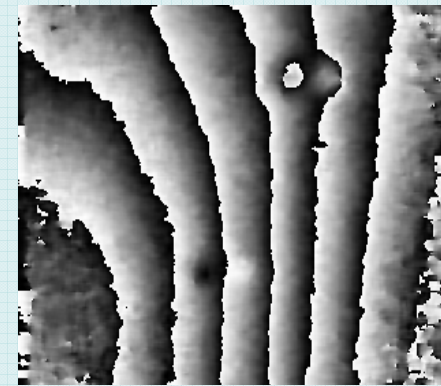
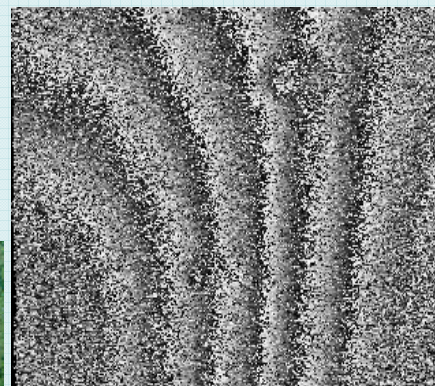
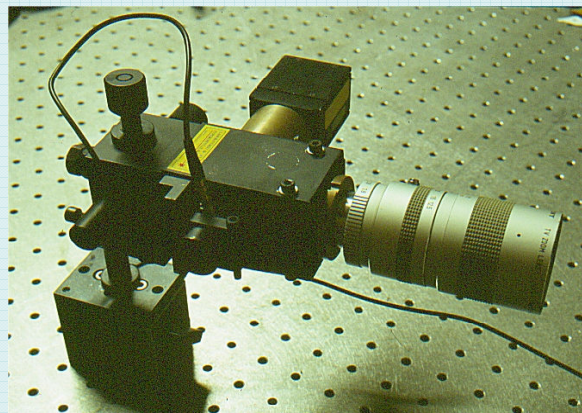
- Medição de tensões (até 250°)
- Medição simultânea de temp. e desloc.
- Coordenação da análise por E.F.





## COLABORAÇÃO INTERNACIONAL (1)

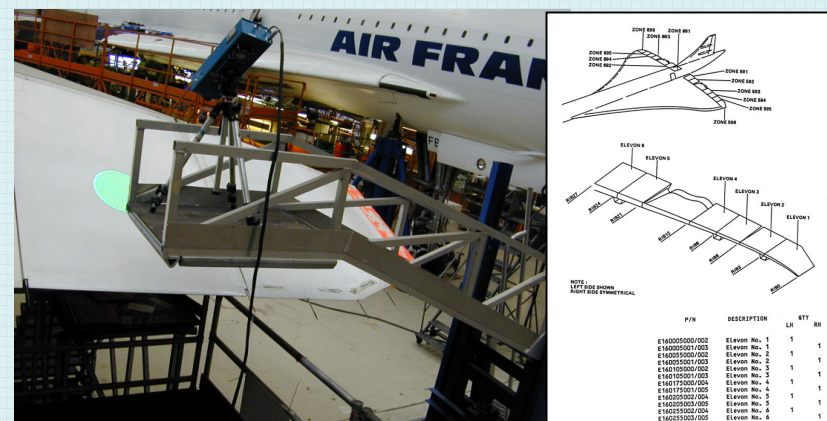
### PROJECTO EUCLID: Aplicações holográficas na indústria aeronáutica

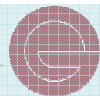




## COLABORAÇÃO INTERNACIONAL (2)

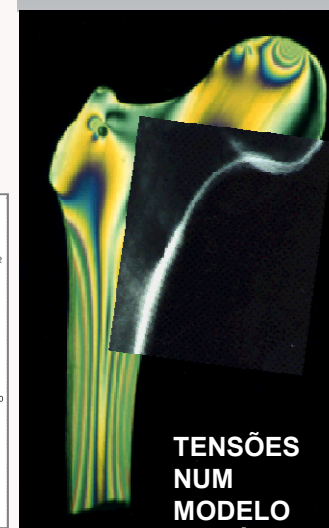
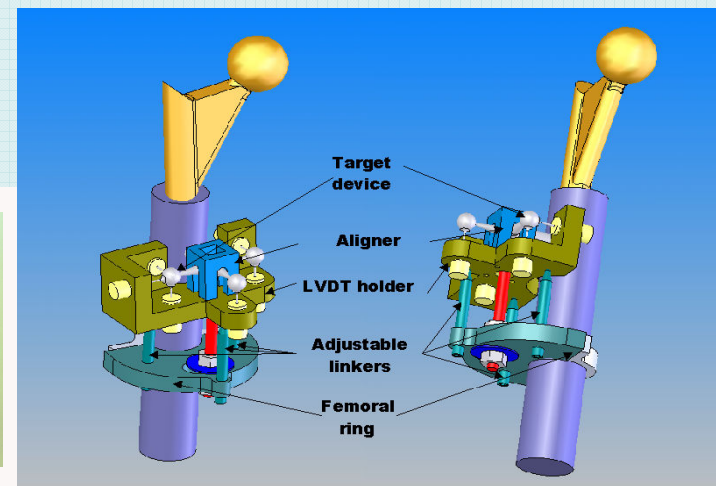
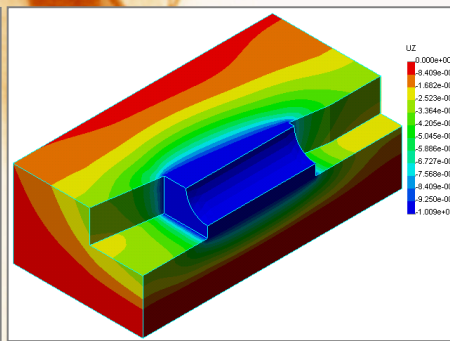
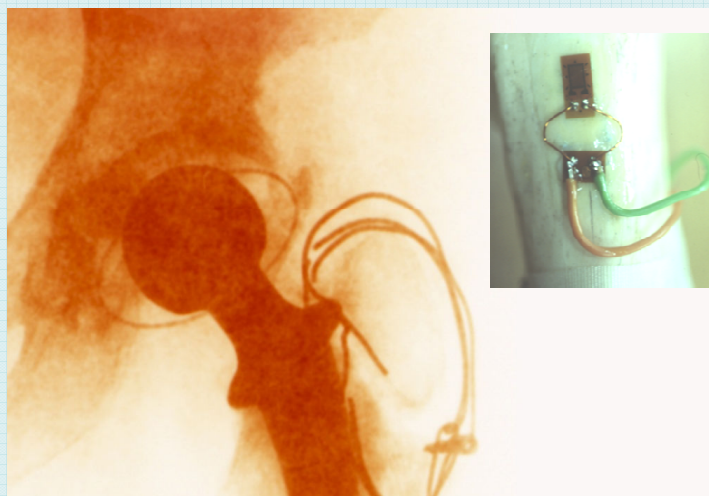
### PROJECTO PDHS (UE): Aplicações holográficas na indústria aeronáutica



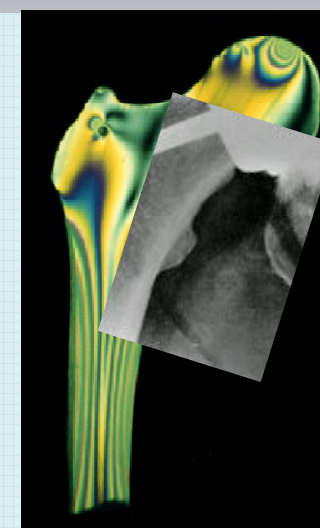


# LIGAÇÕES À BIOMECÂNICA E À MEDICINA(1)

## PROJECTO E OPTIMIZAÇÃO DE PRÓTESES



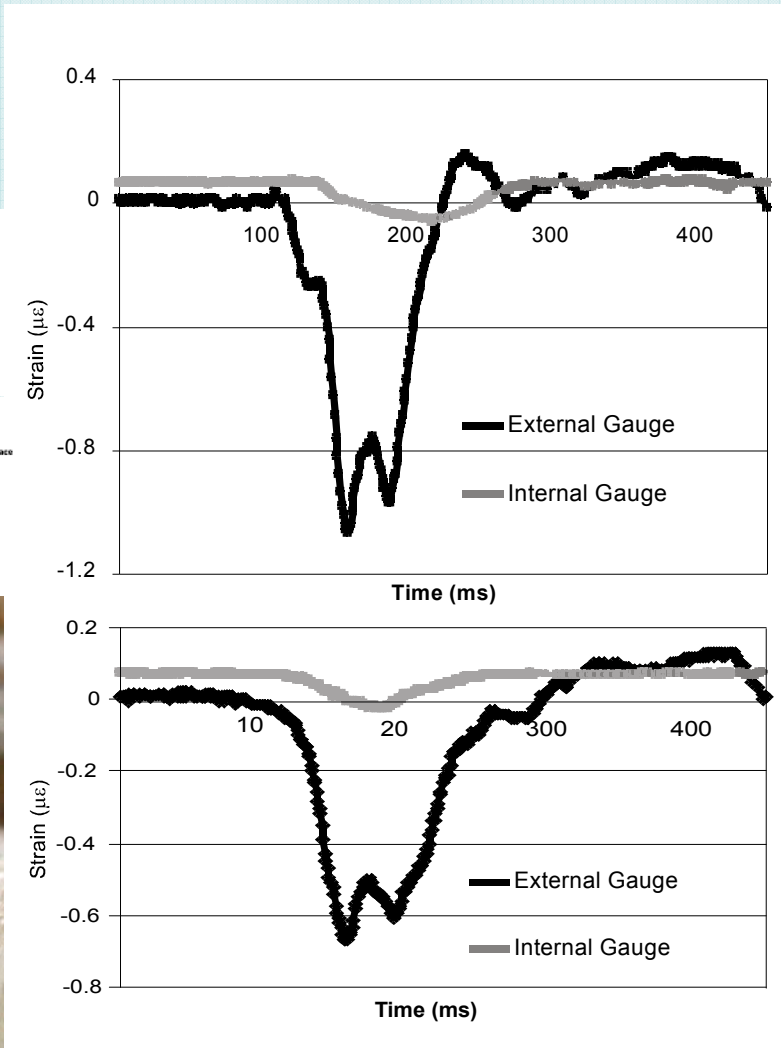
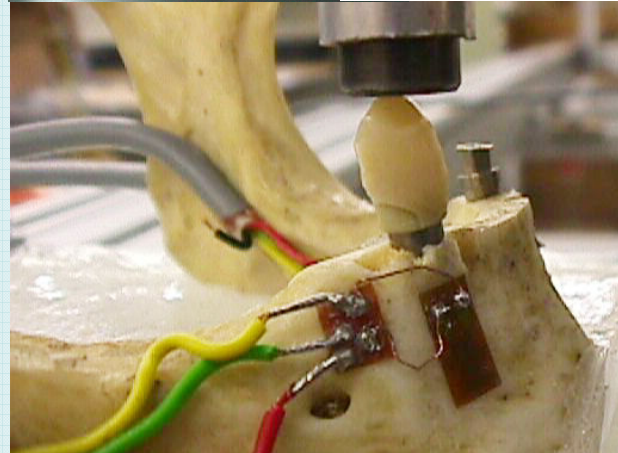
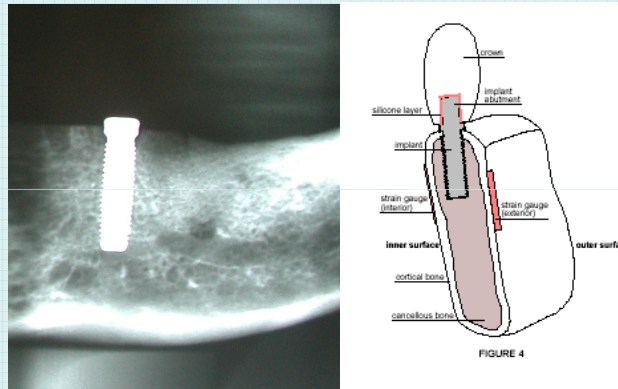
TENSÕES NUM MODELO DE FÉMUR





# LIGAÇÕES À BIOMECÂNICA E À MEDICINA(2)

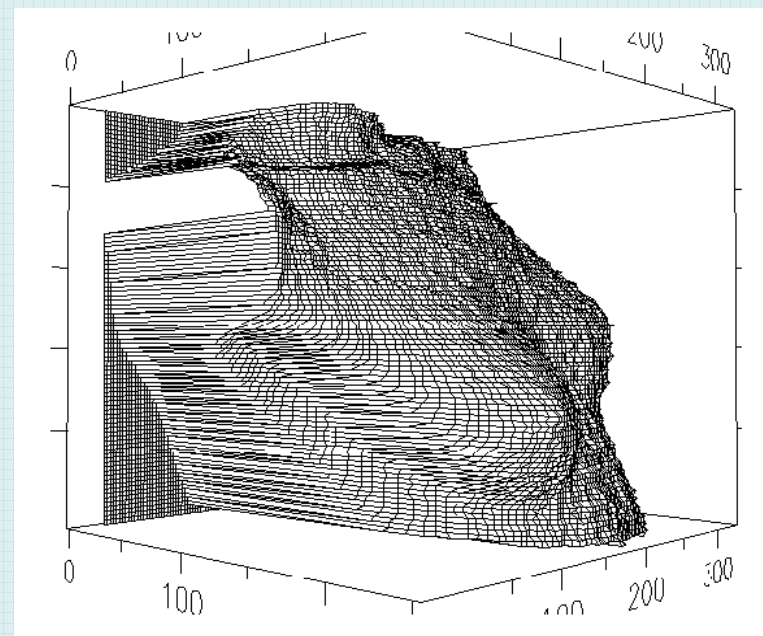
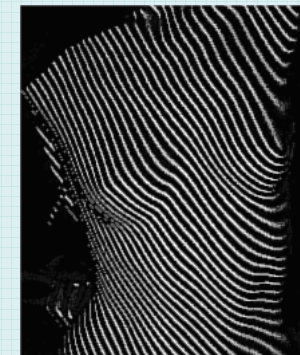
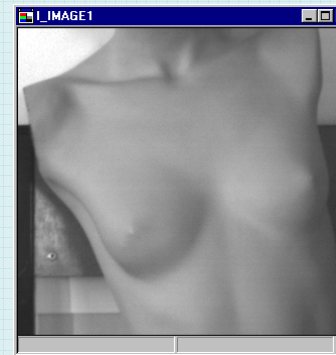
## Tensões em implante dentário

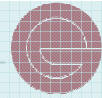




## LIGAÇÕES À BIOMECÂNICA E À MEDICINA (3)

### LEVANTAMENTO DE FORMA PRÓTESES “À MEDIDA”

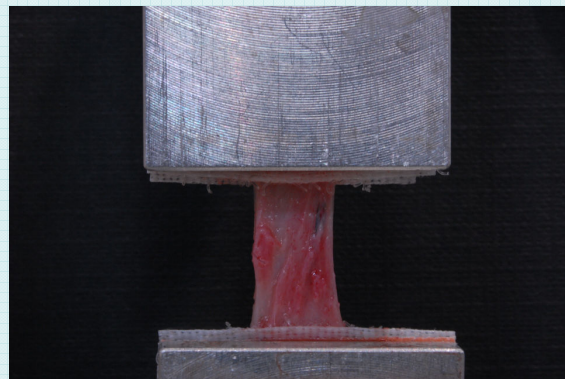
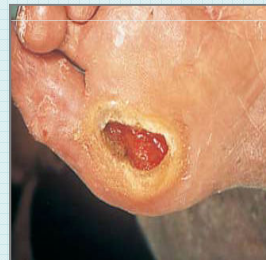
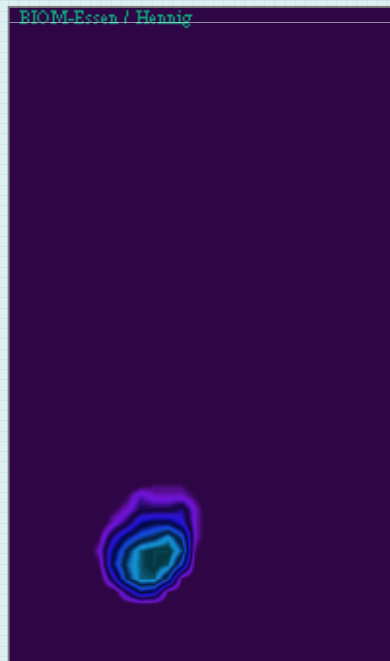




## LIGAÇÕES À BIOMECÂNICA E À MEDICINA (4)

### ESTUDO DO PÉ DIABÉTICO

- Obtenção das propriedades mecânicas dos tecidos
- Medição de forças, geometria e condições de fronteira
- Cálculo das tensões geradas durante a marcha





## CRIAÇÃO DA APAET (1986)

### 1ª Direcção

M<sup>a</sup> C. Cruz Azevedo

J. Silva Gomes  
Mário Santos

António Lamas  
A. Correia da Cruz

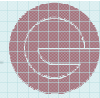
J. Cândio Martins  
M<sup>a</sup> Lurdes Eusébio





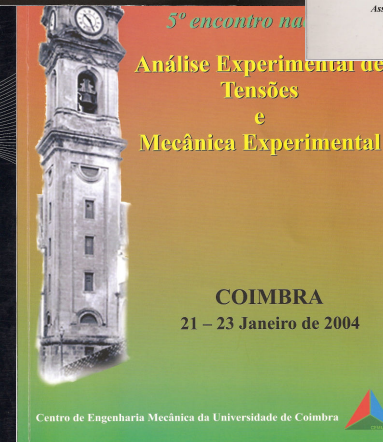
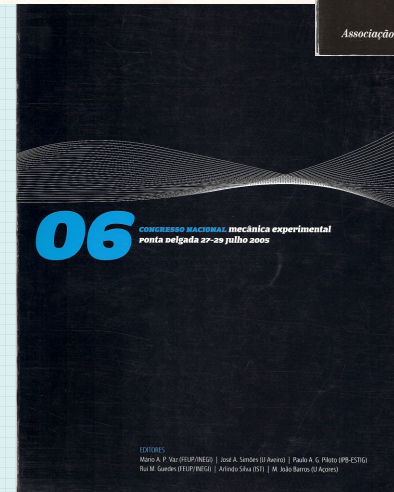
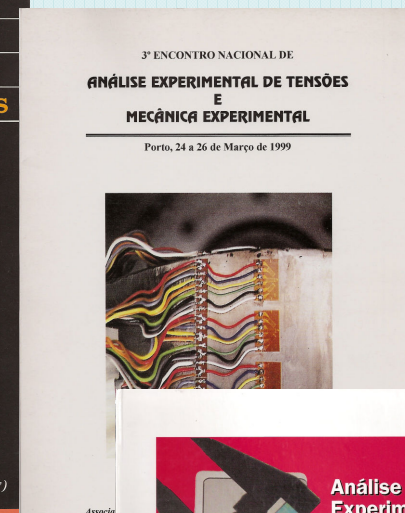
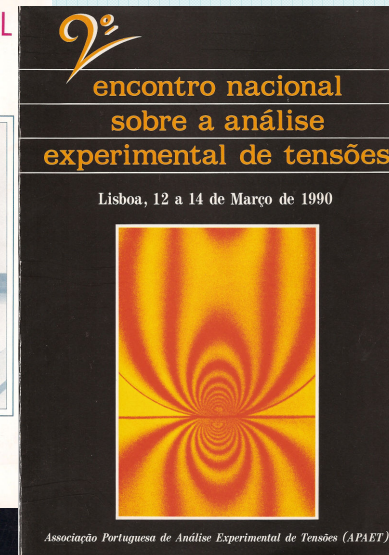
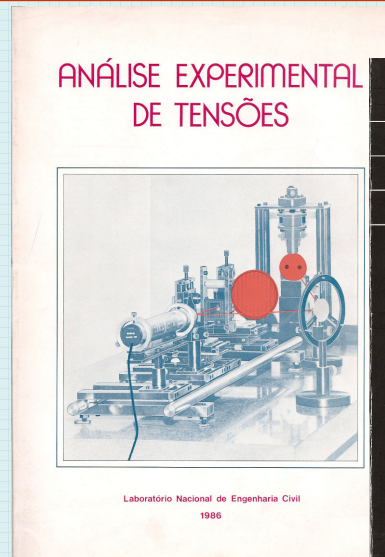
## OS CONGRESSOS NACIONAIS DA APAET (1)





## OS CONGRESSOS NACIONAIS DA APAET (2)

- 1º ENCONTRO 1986  
LNEC-Lisboa
- 2º ENCONTRO 1990  
LNEC-Lisboa
- 3º ENCONTRO 1999  
LNETI-Porto
- 4º ENCONTRO 2001  
IPB-Bragança
- 5º ENCONTRO 2004  
FCTUC-Coimbra
- 6º CONGRESSO 2005  
U.Açores-P. Delgada
- 7º CONGRESSO 2008  
UTAD-Vila Real



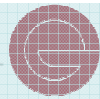


# A REVISTA DA APAET

- Nº1 (1996)
- Nº2 (1997)
- Nº3 (1998)
- Nº4 (1999)
- Nº5 (2000)
- Nº6 (2001)
- Nº7 (2002)
- Nº8 (2002)
- Nº9 (2003)
- Nº10 (2004)
- Nº11 (2005)
- Nº12 (2006)
- Nº13 (2006)
- Nº14 (2007)

**Total: 200 artigos**  
 Editor Chefe:  
 J.M. Cirne

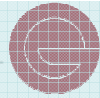




## PRÉMIO ENG<sup>a</sup> CRUZ AZEVEDO

ATRIBUÍDO AO MELHOR ARTIGO EM PORTUGUÊS PUBLICADO  
ANUALMENTE NA **REVISTA MECÂNICA EXPERIMENTAL**:

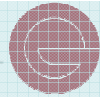
- PRÉMIO 1996:** Jorge Pereira Gomes, Carlos A. Pereira da Costa, José Vieira S. de Lemos e Carlos A. de Brito Pina
- PRÉMIO 1997:** R. S. Moreira e J. D. Rodrigues
- PRÉMIO 1998:** J. Paulo Davim, J. Gabriel Mendes e A. Monteiro Baptista
- PRÉMIO 1999:** A.J.M. Ferreira, A. Torres Marques, J. César de Sá, e J.T. Barbosa
- PRÉMIO 2000:** M. Gaspar e A. Ramalho
- PRÉMIO 2001:** J.M. Silva, J.D.Marques, J.Duarte Silva, L.Figueiras e A.Pereira
- PRÉMIO 2002:** Luís Magalhães e Jorge Seabra
- PRÉMIO 2003:** Maria L. B. Farinha e Carlos A. Pina
- PRÉMIO 2004:** A. Sottomayor, A. Campos, J. Seabra e D. Nelias
- PRÉMIO 2005:** Elsa Caetano e Álvaro Cunha
- PRÉMIOS 2006 e 2007:** Em avaliação



## CONGRESSOS E CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS (1)

### 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EXPERIMENTAL MECHANICS (Lisboa 1994)

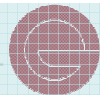




## CONGRESSOS E CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS (2)

### OUTRAS CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS

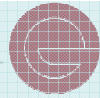
- **INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRITY, RELIABILITY AND FAILURE (Porto 1999).**
- **7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MECHANICAL AND PHYSICAL BEHAVIOUR OF MATERIALS UNDER DYNAMIC LOADING (Porto 2003).**
- **4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL ENGINEERING AND SCIENCES (Funchal 2004).**
- **1º ENCONTRO IBÉRICO DE INVESTIGADORES EM ÓPTICA (Porto 2004).**
- **5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MECHANICS AND MATERIALS IN DESIGN (Porto 2006).**



## LIGAÇÕES INTERNACIONAIS (1)

**A APAET MANTÉM RELAÇÕES DE INTERCÂMBIO REGULARES  
COM AS SEGUINTE INSTITUIÇÕES NACIONAIS E  
INTERNACIONAIS:**

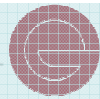
- **EPCESA (actualmente: EURASEM), Europa**
- **IMEKO, Europa**
- **SESA (actualmente SEM), USA**
- **JSME, Japão**
- **DYMAT, Europa**
- **BSSM, Reino Unido**
- **GESA, Alemanha**



## LIGAÇÕES INTERNACIONAIS (2)

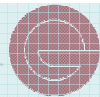
REUNIÃO EM LISBOA (LNEC) DO EPCEM (European Permanent Committee on Experimental Mechanics), Julho 1994





## CONCLUSÃO

- **A Análise Experimental de Tensões e a Mecânica Experimental continuam a ser temas de investigação da maior actualidade a nível nacional e internacional**
- **Existem em Portugal Laboratórios de Mecânica Experimental actualizados, ao nível dos mais desenvolvidos em todo o mundo**
- **A APAET tem contribuído para o desenvolvimento e intercâmbio nacional e internacional no âmbito das Técnicas da Mecânica Experimental .**
- **Existe um futuro muito promissor para o desenvolvimento da Mecânica Experimental, com aplicações importantes nos mais variados sectores da indústria e da sociedade em geral.**



***OBRIGADO PELA  
VOSSA ATENÇÃO!***

**QUESTÕES?  
COMENTÁRIOS?**